

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-221968

(43)公開日 平成6年(1994)8月12日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 M 17/02	B			
B 6 2 D 6/00		9034-3D		
G 0 1 N 19/02	B	6928-2 J		
// B 6 0 T 8/58	Z	7504-3H		
B 6 2 D 111:00				

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

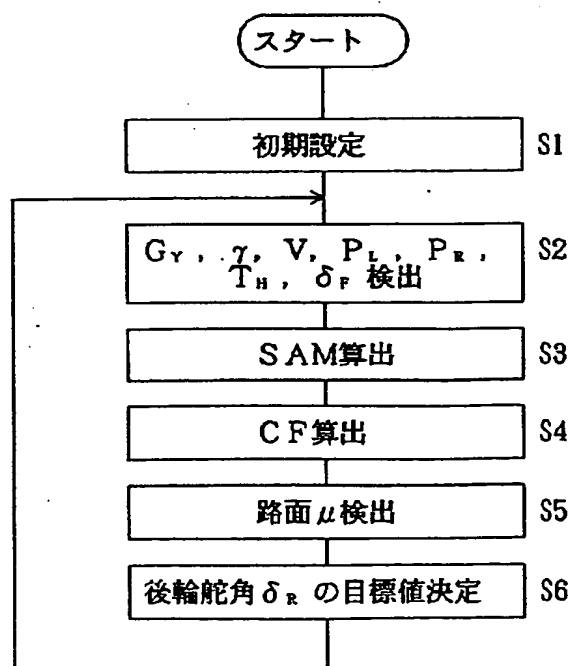
(21)出願番号	特願平5-246928	(71)出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	平成5年(1993)10月1日	(72)発明者	竹内 賢一 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平4-339616	(72)発明者	深田 善樹 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(32)優先日	平4(1992)11月26日	(74)代理人	弁理士 神戸 典和 (外2名)
(33)優先権主張国	日本(J P)		

(54)【発明の名称】 路面摩擦係数検出装置

(57)【要約】

【目的】 車輪のコーナリング特性に基づいて路面 $\mu$ を検出する装置において、車輪の復元モーメントとコーナリングフォースとの関係に基づき、車輪がグリップ限界に陥る手前から路面 $\mu$ を検出することを可能にする。

【構成】 コーナリングフォースに対する復元モーメントの増加勾配は、車輪がグリップ限界に陥るかなり手前の段階から、路面 $\mu$ によって異なるという事実があり、この事実を利用することにより、路面 $\mu$ を検出する。具体的には、パワーステアリング装置付きの4輪車両において、そのパワーシリンダの左右圧 $P_L$ 、 $P_R$ と操舵トルク $T_H$  (S2) とに基づき、前輪のキングピン回りの復元モーメントSAMを算出し (S3)、車体のヨーレート $\dot{\gamma}$ の時間微分値と車両重心点における横加速度 $G_Y$  とに基づき、前輪のコーナリングフォースCFを算出し (S4)、それら算出値相互の関係から、路面 $\mu$ を検出する (S5)。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車輪にその横スリップ角を減らす方向に作用する復元モーメントを検出する復元モーメント検出手段と、

その車輪に作用するコーナリングフォースを検出するコーナリングフォース検出手段と、

前記復元モーメント検出手段による検出復元モーメントと前記コーナリングフォース検出手段による検出コーナリングフォースとの関係に基づき、前記車輪が接触している路面の摩擦係数を検出する路面摩擦係数検出手段とを含むことを特徴とする路面摩擦係数検出装置。

【請求項2】 さらに、検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの間にヒステリシスが発生することを抑制するヒステリシス抑制手段を含み、かつ、

前記路面摩擦係数検出手段が、そのヒステリシス抑制手段の影響を受けた検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの関係に基づいて路面摩擦係数を検出するものである請求項1記載の路面摩擦係数検出装置。

【請求項3】 前記ヒステリシス抑制手段が、検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの少なくとも一方を補正することにより前記ヒステリシスの発生を抑制する検出値補正手段である請求項2記載の路面摩擦係数検出装置。

【請求項4】 さらに、検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの間の、ヒステリシスが存在しない場合の関係を路面摩擦係数に関連付けて記憶する記憶手段を含み、かつ、

前記路面摩擦係数検出手段が、その記憶手段の記憶内容に従い、前記ヒステリシス抑制手段の影響を受けた検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの関係に対応する路面摩擦係数を出力するものである請求項2または3記載の路面摩擦係数検出装置。

【請求項5】 さらに、前記路面摩擦係数検出手段による検出の精度を推定する検出精度推定手段を含む請求項1ないし4のいずれかに記載の路面摩擦係数検出装置。

【請求項6】 前記路面摩擦係数検出手段が、それが検出を行う際に使用する規則が一般的なものと特別なものとに変更可能なものであり、

前記検出精度推定手段が、その路面摩擦係数検出手段が前記一般的な規則に従って今回の検出を行うとその検出精度が設定値以下に低下する可能性があるか否かを推定するものであり、

さらに、その検出精度推定手段により検出精度が低下する可能性があるとして推定された場合には、前記路面摩擦係数検出手段に前記特別な規則に従って今回の検出を行わせる検出規則制御手段を含む請求項5記載の路面摩擦係数検出装置。

2

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は路面の摩擦係数を間接に検出する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】路面の摩擦係数（以下、路面 $\mu$ ともいう）を間接に検出する技術が既に提案されている。それは例えば、車両制動時に車輪がロック状態に陥ることを防止するアンチロック制御における車両減速度の大きさが路面 $\mu$ に対応するという事実に基づき、その車両減速度から路面 $\mu$ を検出する技術である。また、車両旋回中に車輪の横スリップ角がある程度大きくなるとその車輪に作用するコーナリングフォースが飽和し、そのときの値が路面 $\mu$ に対応するという事実（図13参照）に基づき、コーナリングフォースの飽和値から路面 $\mu$ を検出する技術も既に提案されている。この技術の一例が特開昭60-148769号公報に開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、それら従来の技術はいずれも、車両が限界状態に近い状態になって初めて路面 $\mu$ を検出し得るものであり、車両が限界状態に近くなる以前に路面 $\mu$ を検出することは困難である。

【0004】請求項1の発明は、このような事情を背景とし、車両が限界状態に近い状態にあるか否かを問わず路面 $\mu$ を検出し得るようにすることを課題としてなされたものである。請求項2の発明は、さらに、路面 $\mu$ の検出精度向上をも課題としてなされたものである。請求項3の発明は、その請求項2の発明の一実施態様を提供することを課題としてなされたものである。請求項4の発明は、それら請求項2または3の発明の一実施態様を提供することを課題としてなされたものである。請求項5の発明は、請求項1の発明の課題に加えて、路面 $\mu$ の検出値の信頼性の評価を可能にすることを課題としてなされたものである。請求項6の発明は、請求項1の発明の課題に加えて、その請求項5の発明による信頼性の評価結果を利用して路面 $\mu$ の検出精度を向上させることを課題としてなされたものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】それぞれの課題を解決するために、請求項1の発明は、路面摩擦係数検出装置を、図1に示すように、(a) 車輪にその横スリップ角を減らす方向に作用する復元モーメントを検出する復元モーメント検出手段1と、(b) その車輪に作用するコーナリングフォースを検出するコーナリングフォース検出手段2と、(c) 復元モーメント検出手段1による検出復元モーメントとコーナリングフォース検出手段2による検出コーナリングフォースとの関係に基づき、前記車輪が接触している路面の摩擦係数を検出する路面摩擦係数検出手段3とを含む構成とされる。

【0006】請求項2の発明は、図2に示すように、さ

3

らに、検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの間にヒステリシスが発生することを抑制するヒステリシス抑制手段4を含み、かつ、前記路面摩擦係数検出手段3が、そのヒステリシス抑制手段4の影響を受けた検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの関係に基づいて路面摩擦係数を検出する構成とされる。

【0007】請求項3の発明は、図3に示すように、その請求項2の発明におけるヒステリシス抑制手段4が、検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの少なくとも一方を補正することにより前記ヒステリシスの発生を抑制する検出値補正手段5とされる。

【0008】請求項4の発明は、図4に示すように、請求項2または3の発明に対し、さらに、検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの間の、ヒステリシスが存在しない場合の関係を路面摩擦係数に関連付けて記憶する記憶手段6を含み、かつ、前記路面摩擦係数検出手段3が、その記憶手段6の記憶内容に従い、前記ヒステリシス抑制手段4の影響を受けた検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの関係に対応する路面摩擦係数を出力する構成とされる。

【0009】請求項5の発明は、図5に示すように、請求項1ないし4の発明に対し、さらに、前記路面摩擦係数検出手段3による検出の精度を推定する検出精度推定手段7を含む構成とされる。

【0010】請求項6の発明は、図6に示すように、その請求項5の発明に対して、前記路面摩擦係数検出手段3が、それが検出を行う際に使用する規則が一般的なものと特別なものとに変更可能なものであり、前記検出精度推定手段7が、その路面摩擦係数検出手段3が一般的な規則に従って今回の検出を行うとその検出精度が設定値以下に低下する可能性があるか否かを推定するものであり、さらに、その検出精度推定手段7により検出精度が低下する可能性があるとして推定された場合には、路面摩擦係数検出手段3に特別な規則に従って今回の検出を行わせる検出規則制御手段8を含む構成とされる。

【0011】なお、それら各請求項の発明における「復元モーメント」は例えば、車輪のキングピン回りに作用するモーメントとしたり、セルフアライニングトルクとすることができる。

【0012】また、各請求項の発明における「復元モーメント検出手段1」は例えば、パワーステアリング装置を備えた車両においては、そのパワーシリンダの圧力と運転者によりステアリングホイールに加えられる操舵トルクとに基づいて復元モーメントを検出する態様とすることができる。

【0013】また、各請求項の発明における「コーナリングフォース検出手段2」は例えば、車両の2自由度モデルを想定し、車体のヨーレートの時間微分値と車両重心点における横加速度とに基づいてコーナリングフォースを間接に検出する態様としたり、例えば6分力計等を

4

用いてコーナリングフォースを直接に検出する態様とすることができる。

【0014】

【作用】本出願人は、車輪に作用する復元モーメントおよびコーナリングフォースと路面 $\mu$ との間に一定の関係が成立することを見出した。その関係とは具体的に、図12にグラフで表すように、ステアリングホイールの操舵角を増加させると、コーナリングフォースが増加するにつれて復元モーメントも増加するが、その増加勾配が路面 $\mu$ が増加するにつれて増加するという関係である。さらに、コーナリングフォースがある程度大きくなると、コーナリングフォースが増加し続けても復元モーメントが減少の方向に転じ、そのときの復元モーメントの値が路面 $\mu$ が大きいほど大きいという関係も成立する。

【0015】これに対し、前述の従来の技術においては、図13に示すように、路面 $\mu$ が大きいほどコーナリングフォースの増加勾配が増加するという傾向はあるものの、復元モーメントとコーナリングフォースとの関係におけるほどには顕著ではなく、車輪スリップ角が0に近く、コーナリングフォースも0に近い領域では、コーナリングフォースの増加勾配は路面 $\mu$ によってほとんど変化しない。

【0016】要するに、復元モーメントとコーナリングフォースとの関係を用いれば、車輪スリップ角とコーナリングフォースとの関係を用いるより、コーナリングフォースが小さい領域から路面 $\mu$ を検出し得るのであり、このような知見に基づき、請求項1の発明に係る路面摩擦係数検出装置においては、復元モーメント検出手段1により検出された復元モーメントと、コーナリングフォース検出手段2により検出されたコーナリングフォースとの関係に基づき、路面摩擦係数検出手段3により、車輪が接触している路面の摩擦係数が検出される。

【0017】ここに、「路面摩擦係数検出手段3」は、例えば、コーナリングフォースがある値（基準値）をとるときの復元モーメントと路面 $\mu$ との関係を予め記憶し、その関係に従い、検出復元モーメントに対応する路面 $\mu$ を決定する態様としたり、復元モーメントとコーナリングフォースと路面 $\mu$ との間に予め設定された関係を例えば関数、テーブル、マップ等として予め記憶し、その関係に従い、検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの双方に対応する路面 $\mu$ を決定する態様とすることもできる。また、検出復元モーメントのピーク値を検出し、その値によって路面 $\mu$ を検出する態様としてもよい。

【0018】この「路面摩擦係数検出手段3」は、さらに、検出コーナリングフォースに対する検出復元モーメントの増加勾配によって路面 $\mu$ を検出する態様とすることができる。検出復元モーメントの増加勾配は、検出復元モーメントの一定微小時間当たりの増加量を検出コー

10

20

30

40

50

5

ナリングフォースの一定微小時間当たりの増加量で割り算することによって、すなわち、検出復元モーメントの検出コーナリングフォースに関する微分値として検出したり、単に、検出復元モーメントを検出コーナリングフォースで割った値として検出することができる。

【0019】なお、以上「路面摩擦係数検出手段3」について例示したいくつかの態様は横軸にコーナリングフォース、縦軸に復元モーメントが取られたグラフが想定されている場合の態様であったが、この「路面摩擦係数検出手段3」はさらに、逆に横軸に復元モーメント、縦軸にコーナリングフォースが取られたグラフが想定されている場合の態様として実施することもできる。例えば、検出復元モーメントがある値（基準値）をとるときの検出コーナリングフォースの値によって路面 $\mu$ を検出する態様とすることもできるのである。

【0020】本出願人の研究により、例えば図14にグラフで表すように、復元モーメントSAMとコーナリングフォースCFとの間にヒステリシスが発生することを発見した。すなわち、運転者がステアリングホイールを切り込むときと切り戻すときとで、コーナリングフォースCFの同じ値に対応する復元モーメントSAMの値が異なり、かつ、このヒステリシスはステアリングホイールの操作速度が大きいほど顕著になる傾向があるという事実を発見したのである。そのため、そのようなヒステリシスの存在を考慮することなくそれら復元モーメントSAMの検出値およびコーナリングフォースCFの検出値相互の関係から直ちに路面 $\mu$ を検出する場合には、常に路面 $\mu$ を十分に高い精度で検出できるとは限らない。

【0021】このような知見に基づき、請求項2の発明に係る路面摩擦係数検出装置においては、ヒステリシス抑制手段4により、復元モーメント検出手段1による検出復元モーメントとコーナリングフォース検出手段2による検出コーナリングフォースとの間にヒステリシスが発生することが抑制され、路面摩擦係数検出手段3により、そのようにしてヒステリシスの発生が抑制された両検出値相互の関係に基づいて路面 $\mu$ が検出される。したがって、ステアリングホイールが定常状態（すなわち、保舵状態）と切込み状態と切戻し状態とのいずれにあるかわず、常に十分に高い精度で路面 $\mu$ を検出し得ることとなる。

【0022】この「ヒステリシス抑制手段4」は、例えば、路面摩擦係数検出手段3にステアリングホイールが定常状態と切込み状態と切戻し状態とのうち予め定められたいずれかの操作状態にあるときに限って路面 $\mu$ 検出を行わせる態様で実施したり、ステアリングホイールの操作速度が設定値以下であるときに限って（すなわち、車両が、ヒステリシスの発生が少ない実質的な定速かつ定常旋回状態にあるときに限って）路面 $\mu$ 検出を行わせる態様で実施することが可能である。ただし、これらの態様では、ステアリングホイールが特定の操作状態にな

6

いと路面 $\mu$ を検出できず、路面 $\mu$ が検出可能な時期の制限が厳しい。

【0023】そこで、請求項3の発明に係る路面摩擦係数検出装置においては、請求項2の発明におけるヒステリシス抑制手段4の一実施態様として検出値補正手段5が採用されている。検出値補正手段5は、検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの少なくとも一方を補正することにより両検出値の間にヒステリシスが発生することを抑制するものであり、この場合には、ステアリングホイールの操作状態のいかんを問わず路面 $\mu$ を精度よく検出することが可能になる。

【0024】この「検出値補正手段5」は普通、検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの関係を、ヒステリシスが存在しない場合の関係を目標として補正する態様とされる。この場合、その「ヒステリシスが存在しない場合の関係」は普通、車両の定速かつ定常旋回状態で復元モーメントとコーナリングフォースとをそれぞれ各路面 $\mu$ ごとに、実験、数値解析等により取得した結果得られる関係とされるが、例えば、ステアリングホイールが常に切込み状態にあると仮定した場合の関係としたり、逆に常に切戻し状態にあると仮定した場合の関係とすることもできる。したがって、「検出値補正手段5」は、ステアリングホイールが切込み状態においても切戻し状態においても検出値の補正を行う態様とするのみならず、例えば、切戻し状態における場合のみ補正を行って切戻し状態における検出値を切込み状態にあると仮定した場合の値に補正する態様としたり、逆に、切込み状態における場合のみ補正を行って切込み状態における検出値を切戻し状態にあると仮定した場合の値に補正する態様とすることができる。

【0025】そこで、請求項4の発明に係る路面摩擦係数検出装置においては、記憶手段6により、検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの間の、ヒステリシスが存在しない場合の関係が路面 $\mu$ に関連付けて記憶され、路面摩擦係数検出手段3により、その記憶された関係に従い、ヒステリシス抑制手段4の影響を受けた検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの関係に対応する路面 $\mu$ が出力される。

【0026】路面摩擦係数検出手段3は、ステアリングホイールの操作状態、車両の運動状態等のいかんを問わず常に精度よく路面 $\mu$ を検出できるとは限らない。したがって、路面摩擦係数検出手段3による路面 $\mu$ の検出値の精度、すなわち信頼性を検出中に評価することができれば有意義である。路面 $\mu$ の検出値の信頼性についての評価結果は例えば、路面 $\mu$ の検出精度の向上に利用することができるからである。

【0027】そこで、請求項5の発明に係る路面摩擦係数検出装置においては、検出精度推定手段7により、前記路面摩擦係数検出手段3による検出の精度が推定される。この検出精度推定手段7は例えば、ステアリングホ

7

イールの操作速度等を入力信号とし、それに基づいて路面 $\mu$ の検出精度を推定する態様で実施することができる。

【0028】また、請求項6の発明に係る路面摩擦係数検出装置においては、路面摩擦係数検出手段3が、それが路面 $\mu$ を検出する際に使用する規則が一般的なものと特別なものとに変更可能なものとされており、検出精度推定手段7により、その路面摩擦係数検出手段3が一般的な規則に従って今回の路面 $\mu$ 検出を行うとその検出精度が設定値以下に低下する可能性があるか否かが推定される。さらに、その検出精度推定手段7により検出精度が低下する可能性があるとして推定された場合には、検出規則制御手段8により、路面摩擦係数検出手段3が特別な規則に従って今回の路面 $\mu$ の検出を行わせられる。今回使用する規則が、一般的な規則に従って今回の路面 $\mu$ を検出する場合より検出精度が向上すると予測される規則に変更されるのである。

【0029】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、各請求項の発明によれば、復元モーメントとコーナリングフォースとの関係から路面 $\mu$ が検出されるため、車両が限界状態に近くなる以前にも路面 $\mu$ を検出し得るという効果が得られる。

【0030】また、復元モーメントとコーナリングフォースとの関係には、車輪の接地荷重、タイヤ空気圧、タイヤ特性（例えばメーカによって異なる）等の影響を受け難いという特徴もあるため、各請求項の発明によれば、車輪の接地荷重等の影響をほとんど受けることなく、路面 $\mu$ を精度よく検出し得るという効果も得られる。

【0031】特に、請求項2、3または4の発明によれば、検出復元モーメントと検出コーナリングフォースとの間のヒステリシスが抑制されて路面 $\mu$ が検出されるため、その検出値の信頼性が向上するという効果が得られる。

【0032】また、特に、請求項5の発明によれば、路面 $\mu$ の検出値の信頼性が評価できるという効果が得られる。

【0033】また、特に、請求項6の発明によれば、路面 $\mu$ の検出精度との関係において路面 $\mu$ の検出規則が適正に変更されるため、その検出値の信頼性が一層向上するという効果が得られる。

【0034】

【実施例】以下、本発明のいくつかの実施例である路面摩擦係数検出装置を図面に基いて詳細に説明する。

【0035】まず、請求項1の発明の一実施例である路面摩擦係数検出装置を含む車両制御装置を説明する。

【0036】この車両制御装置は図7に示すように、操舵車輪である左右前輪10と駆動車輪である左右後輪12とを備えた4輪車両に設けられている。左右前輪10

8

には、運転者によりステアリングホイール20に加えられた操舵トルク $T_H$ がパワーシリンダ22を有するパワーステアリング装置によりアシストされて伝達され、これにより、前輪舵角 $\delta_F$ がステアリングホイール20の操舵角 $\theta$ に応じて機械的に変化させられる。一方、左右後輪12はその後輪舵角 $\delta_R$ が後輪操舵アクチュエータ26により電氣的に変化させられる。

【0037】この車両制御装置は図8に示すように、車両制御コンピュータ28を有し、その入力側には各種センサが接続され、その出力側には後輪操舵アクチュエータ26が接続されることによって構成されている。車両制御コンピュータ28はそのROMにおいて図9にフローチャートで表されている車両制御ルーチンを始めとする各種ルーチンを予め記憶されており、それをCPUが実行することによって後輪舵角 $\delta_R$ が制御される。

【0038】以下、その車両制御ルーチンの内容を説明するが、まず、概略的に説明する。

【0039】この車両制御ルーチンにおいては、後輪舵角 $\delta_R$ の目標値が次のようにして決定される。すなわち、前輪舵角 $\delta_F$ 、車体のヨーレート $\gamma$ 、車速 $V$ および路面 $\mu$ に基づき、

$$\delta_R = K_F \cdot \delta_F + K_B \cdot \gamma$$

なる式を用いて決定されるのである。

【0040】ここに「 $K_F$ 」は、車速 $V$ および路面 $\mu$ の関数であるゲインであり、図10および図11にグラフで表すように、常に負または0であり、かつ、車速 $V$ が大きいほどその絶対値が小さくなり、かつ、路面 $\mu$ が大きいほど絶対値が小さくなるように決定される。すなわち、車速が大きいほど、また、路面 $\mu$ が大きいほど、前輪舵角 $\delta_F$ に対する後輪舵角 $\delta_R$ の応答量、すなわち、後輪舵角 $\delta_R$ の逆相側への回転量であって回頭性を向上させる向きに作用するものが小さくなり、車両の走行安定性が向上するように決定されるのである。

【0041】また、「 $K_B$ 」も、車速 $V$ および路面 $\mu$ の関数であるゲインであるが、それら図にグラフで表すように、常に正または0となり、かつ、車速 $V$ が大きいほどその絶対値が大きくなり、かつ、路面 $\mu$ が大きいほど絶対値が小さくなるように決定される。すなわち、車速が大きいほど、また、路面 $\mu$ が小さいほど、ヨーレート $\gamma$ に対する後輪舵角 $\delta_R$ の応答量、すなわち、後輪舵角 $\delta_R$ の同相側への回転量であってヨーレート $\gamma$ の発生を抑制する向きに作用するものが大きくなり、車両の走行安定性が向上するように決定されるのである。

【0042】後輪舵角 $\delta_R$ の目標値を決定するのに必要な物理量のうち、前輪舵角 $\delta_F$ は前輪舵角センサ30（図8参照。他のセンサについても同じ）により、ヨーレート $\gamma$ はヨーレートセンサ32により、車速 $V$ は車速センサ34によりそれぞれ検出されるが、路面 $\mu$ は次のようにして検出される。

50

9

【0043】まず、操舵トルク $T_H$ とパワーシリンダ22の左右圧 $P_L$ 、 $P_R$ とに基づき、左右前輪10にそのキングピン回りに作用する復元モーメントSAMが検出される。すなわち、

$$SAM = N \cdot T_H + k \cdot (P_R - P_L)$$

なる式を用いて復元モーメントSAMが検出されるのである。ただし、

N：ステアリングギヤ比（固定値）

k：パワーシリンダ22の受圧面積とナックルアーム長との積（固定値）

$P_R$ ：パワーシリンダ22の右室の液圧

$P_L$ ：パワーシリンダ22の左室の液圧

なお、操舵トルク $T_H$ は操舵トルクセンサ36により、シリンダ右室圧 $P_R$ は圧力センサ38により、シリンダ左室圧 $P_L$ は圧力センサ40によりそれぞれ検出される。

【0044】すなわち、本実施例においては、左右前輪10のキングピン回りの復元モーメントSAMが請求項1の発明における「復元モーメント」の一態様なのである。

【0045】次に、車体のヨーレート $\gamma$ の時間微分値であるヨーレート微分 $\gamma'$ と車両重心点における横加速度 $G_Y$ とに基づいてコーナリングフォースCFが検出される。すなわち、車両の2自由度モデルを想定し、

$$CF = (b \cdot m \cdot G_Y + I \cdot \gamma') / L$$

なる式を用いてコーナリングフォースCFが検出されるのである。ただし、

b：重心-後輪車軸間距離（固定値）

m：車両質量（固定値）

I：車両のヨー慣性モーメント（固定値）

L：ホイールベース（固定値）

なお、横加速度 $G_Y$ は横加速度センサ42により、ヨーレート $\gamma$ は前記ヨーレートセンサ32によりそれぞれ検出される。

【0046】そして、車両制御装置は、それら復元モーメントSAMおよびコーナリングフォースCFの関係に基づいて路面 $\mu$ を検出するのであるが、具体的には、現在のコーナリングフォースCFが基準値であるときに現在の復元モーメントSAMの値が大きいほど大きくなるように路面 $\mu$ の大きさを決定する。この基準値には例えば1000 [N]を選ぶことができる。コーナリングフォースCFが1000 [N]である場合とは、図12から明らかなように、車輪のグリップ能力が限界に達するかなり手前であるため、この車両制御装置によれば、車両が旋回限界に近くなならないうちに路面 $\mu$ を検出し得ることとなる。

【0047】以上、車両制御ルーチンの内容を概略的に説明したが、次に図7に基づいて具体的に説明する。

【0048】まず、ステップS1（以下、単にS1で表す。他のステップについても同じとする。）において、

10

予め定められた初期設定が行われ、続いて、S2において、各種センサにより横加速度 $G_Y$ 、ヨーレート $\gamma$ 、車速V、シリンダ左室圧 $P_L$ 、シリンダ右室圧 $P_R$ 、操舵トルク $T_H$ および前輪舵角 $\delta_F$ がそれぞれ検出され、RAMに記憶される。

【0049】その後S3において、前述のように、検出されたシリンダ左室圧 $P_L$ 、シリンダ右室圧 $P_R$ および操舵トルク $T_H$ に基づき、前輪10の復元モーメントSAMが算出され、これもRAMに記憶される。続いてS4において、前述のように、横加速度 $G_Y$ 、ヨーレート $\gamma$ および車速Vに基づき、前輪10のコーナリングフォースCFが算出され、これもRAMに記憶される。

【0050】その後S5において、それら復元モーメントSAMとコーナリングフォースCFとの関係から、路面 $\mu$ が検出される。具体的には、現在のコーナリングフォースCFが基準値であるか否かが判定され、基準値でなければ路面 $\mu$ の今回の検出は省略されるが、基準値であれば現在の復元モーメントSAMに応じ、それが大きいほど大きくなるように路面 $\mu$ が検出される。検出された路面 $\mu$ はRAMに記憶され、本ステップの次回以後の実行により新たな路面 $\mu$ が検出されるまで、RAMの内容は保存される。なお、RAMには路面 $\mu$ の初期値として例えば、1.0が記憶されている。各回の車両走行においてその当初から路面 $\mu$ の検出値が必要である場合を想定し、一方、路面は一般的には高 $\mu$ 路であると考えられるからである。ただし、路面 $\mu$ の初期値は固定値とするのみならず、例えば運転者の操作に応じた設定が可能な可変値とすることもできる。

【0051】続いてS6において、RAMから最新の路面 $\mu$ が読み出され、その路面 $\mu$ と現在の車速Vとに基づいて前記ゲイン $K_F$ 、 $K_B$ の今回値が決定される。具体的には、路面 $\mu$ 、車速Vおよびゲイン $K_F$ の関係と路面 $\mu$ 、車速Vおよびゲイン $K_B$ との関係（図10および図11）が予めROMに記憶されていて、それら関係を用いることにより、ゲイン $K_F$ 、 $K_B$ の今回値が決定される。さらに、本ステップにおいては、前述のように、それらゲイン $K_F$ 、 $K_B$ の今回値と現在の前輪舵角 $\delta_F$ およびヨーレート $\gamma$ に基づき、後輪舵角 $\delta_R$ の目標値が決定され、それが実現されるように後輪操舵アクチュエータ26が制御される。その後S2に戻る。

【0052】このように、本実施例においては、復元モーメントSAMとコーナリングフォースCFとの関係から路面 $\mu$ が検出され、かつ、コーナリングフォースCFの基準値ができる限り0に近い値に設定されているため、前輪10がグリップ限界に陥るかなり手前で路面 $\mu$ の検出が可能となるという効果が得られる。

【0053】さらに、本実施例においては、上述の、路面 $\mu$ の早期検出という効果に付随して、後輪舵角 $\delta_R$ の制御特性を路面 $\mu$ の変化に迅速に対応させ得るという効果が得られる。

11

【0054】以上の説明から明かなように、本実施例においては、操舵トルクセンサ36、圧力センサ38および40が車両制御コンピュータ28の、図9のS2および3を実行する部分と共同して、請求項1の発明における「復元モーメント検出手段1」の一態様を構成し、横加速度センサ42およびヨーレートセンサ32が車両制御コンピュータ28の、同図のS2および4を実行する部分と共同して、請求項1の発明における「コーナリングフォース検出手段2」の一態様を構成し、車両制御コンピュータ28の、同図のS5を実行する部分が、請求項1の発明における「路面摩擦係数検出手段3」の一態様を構成しているのである。

【0055】なお、本実施例においては、車両が駆動状態にあるか制動状態にあるかそれらのいずれでもない定速走行状態にあるかを問わず、コーナリングフォースCFと復元モーメントSAMとの関係から路面 $\mu$ が検出されるようになっていたが、路面 $\mu$ の検出精度を高めるためには、車両が定速走行状態にあるときに限って路面 $\mu$ の検出を行うようにすることが望ましい。

【0056】また、本実施例は、後輪操舵により車両の挙動を制御する車両制御装置における路面摩擦係数検出装置に本発明を適用した場合の一例であったが、アンチロック制御装置、トラクション制御装置、駆動・制動力配分制御装置等の車両制御装置における路面摩擦係数検出装置に請求項1の発明を適用することができるのはもちろんである。

【0057】次に、請求項1～6の発明に共通の一実施例である路面摩擦係数検出装置を含む車両制御装置を説明する。なお、本実施例は上記実施例と共通する部分が多く、図9のS3および5の実行内容およびそれらに関連するROMの記憶内容のみが異なるから、その異なる部分についてのみ詳細に説明する。

【0058】本出願人は、復元モーメントSAMとコーナリングフォースCFとの関係についてさらに研究した結果、次のような事実を発見した。すなわち、図14にグラフで表すように、復元モーメントSAMとコーナリングフォースCFとの間にヒステリシスが存在し、運転者によるステアリングホイール20の切込み中と切戻し中とで、コーナリングフォースCFの同じ値に対応する復元モーメントSAMが同一の値にならないのである。そして、このヒステリシスは、運転者がステアリングホイール20を回動操作する速度、すなわち舵角速度が速いほど顕著になるのである。そのため、このようなヒステリシスの存在を考慮することなく復元モーメントSAMの検出値とコーナリングフォースCFの検出値相互の関係から直ちに路面 $\mu$ を検出する場合には、路面 $\mu$ を十分には正しく検出できない場合がある。なぜなら、同図のグラフから明かなように、同じ検出コーナリングフォースCFに対応する検出復元モーメントSAMの値が高 $\mu$ 路において低 $\mu$ 路におけるより大きいという関係が

12

常に成立するわけではなく、逆転する場合があるからである。

【0059】このような事情を背景にして、本出願人は、検出復元モーメントSAMと検出コーナリングフォースCFとの間にヒステリシスが発生しないようにし、同じ検出コーナリングフォースCFに対応する検出復元モーメントSAMの値が高 $\mu$ 路において低 $\mu$ 路におけるより大きいという関係が常に成立するようにすれば、常に精度よく路面 $\mu$ を検出できることに気づき、そのヒステリシスを抑制する技術の一例として、それら検出値の少なくとも一方を補正する技術を提案した。

【0060】そして、その検出値補正技術の一例として本出願人は復元モーメント補正技術を採用した。すなわち、検出復元モーメントSAM（以下、後述の補正復元モーメントSAMと区別するために、SAM0で表し、一方、補正復元モーメントSAMをSAM1で表すこととする。）を、ステアリングホイール20の切込み中においては小さく、切戻し中においては大きくし、その結果、切込み中であると切戻し中であるとを問わず、路面 $\mu$ が同じである限り、検出コーナリングフォースCFが同じであれば必ず同じ補正復元モーメントSAM1が得られるようにするのである。

【0061】本実施例においては、補正復元モーメントSAM1の値が、車両の定速（特定の車速下）かつ定常旋回状態で復元モーメントSAMとコーナリングフォースCFとをそれぞれ各路面 $\mu$ ごとに取得した結果得られる関係に従う値とされている。この関係は、補正復元モーメントSAM1と検出コーナリングフォースCFとの間の、ヒステリシスが存在しない場合の関係の一例であり、そして、この関係を表すグラフは例えば次の式（以下、定常時復元モーメント記述式という）で記述することができる。

【0062】

$$SAM^* = \mu^m \cdot CF / \alpha (1 - (\beta \cdot CF / \mu)^{2n})$$

ただし、

SAM<sup>\*</sup>：定速かつ定常旋回状態での復元モーメント（以下、定常時復元モーメントという）

$\alpha$ ：定数（例えば、360 [N/kgm]）

$\beta$ ：定数（例えば、0.000093 [N<sup>-1</sup>]

$m$ ：定数（例えば、0.5）

$n$ ：定数（例えば、2）

【0063】そして、本実施例においては、上記の復元モーメント補正技術の具体的手法として次のものが採用されている。すなわち、前輪舵角 $\delta_f$ の絶対値 $|\theta|$ （以下、 $|\theta|$ で表す）の増加につれて上記ヒステリシスの程度も増加するという事実や、車速Vが遅いほど復元モーメントSAMが大きいという事実などを考慮し、次の式（以下、補正復元モーメント算出式という）を用いることによって検出復元モーメントSAM0を補正する手法が採用されているのである。

13

【0064】

$$SAM1 = SAM0 / K - \Delta 1 - \Delta 2 - \Delta 3$$

ただし、

K : 補正係数

$$K = (1 + \exp(-V/\xi)) / \nu$$

V : 車速 [km/h]

 $\xi$  : 定数 (例えば、1.5 [km/h]) $\nu$  : 定数 (例えば、1.1)【0065】 $\Delta 1$  : 第1補正值

$$\Delta 1 = \gamma \tanh(\theta' / (V \cdot \delta \cdot \mu)) \cdot (1 - (\beta \cdot CF / \mu)^{2n})$$

 $\theta'$  : 舵角速度 [rad/sec]

CF : コーナリングフォース [N]

 $\mu$  : 路面摩擦係数の前回検出値 $\gamma$  : 定数 (例えば、0.3 [kgm]) $\delta$  : 定数 (例えば、0.01 [rad · h/km/sec]) $\beta$  : 定数 (例えば、0.000093 [N<sup>-1</sup>])

n : 定数 (例えば、2)

【0066】 $\Delta 2$  : 第2補正值

$$\Delta 2 = \varepsilon \tanh(\theta' / \zeta)$$

 $\varepsilon$  : 定数 (例えば、0.7 [kgm]) $\zeta$  : 定数 (例えば、1 [rad/sec])【0067】 $\Delta 3$  : 第3補正值

$$\Delta 3 = \kappa \tanh(|\theta| \cdot \theta' / \lambda)$$

 $\kappa$  : 定数 (例えば、0.5 [kgm]) $\lambda$  : 定数 (例えば、1 [rad<sup>2</sup>/sec])

【0068】この復元モーメント補正技術を、圧雪路等の低 $\mu$ 路とドライアスファルト路等の高 $\mu$ 路とについてそれぞれ検出され、かつ図15にグラフで表されている検出復元モーメントSAM0と検出コーナリングフォースCFとの関係に対して実施すれば、図16にグラフで表すように、補正復元モーメントSAM1と検出コーナリングフォースCFとの間にヒステリシスが存在しなくなる。この図16のグラフは、検出復元モーメントSAM0の補正が理想的に行われた場合に得られるグラフであって、結局、前記の定常時復元モーメントSAM\*とコーナリングフォースCFとの関係を高 $\mu$ 路と低 $\mu$ 路とについてそれぞれ示すグラフなのである。

【0069】本実施例においては、この復元モーメント補正技術が図17にフローチャートで表されているSAM算出ルーチンの実行により実施される。なお、このルーチンは本実施例において図9のS3に相当するステップの詳細を示している。

【0070】まず、S11において、前記実施例におけると同様にして、検出復元モーメントSAM0が算出され、次に、S12において、前輪舵角 $\delta_f$ の今回値から前回値を引くことによって舵角速度 $\theta'$ が算出される。続いて、S13において、補正係数Kが前記の式を用いて算出され、さらに、S14~16においてそれぞれ、各補正值 $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ 、 $\Delta 3$ が前記の各式を用いて算出さ

14

れる。その後、S17において、算出された補正係数Kおよび各補正值 $\Delta 1 \sim \Delta 3$ を前記の補正復元モーメント算出式に代入することにより、補正復元モーメントSAM1が算出される。以上で本ルーチンの一回の実行が終了する。

【0071】しかし、この復元モーメント補正技術を実施しても、その補正の精度が常に高いとは限らない。そのため、補正の精度のいかに問わず、常に補正復元モーメントSAM1の値を信頼して路面 $\mu$ を検出したのでは、検出精度が低下する場合がある。

【0072】路面 $\mu$ の検出精度 $\Delta \mu$ は例えば次の式(以下、検出精度記述式という)で記述することができる。

$$\Delta \mu = (\Delta \mu / \Delta SAM) \cdot \Delta SAM$$

$$= (\Delta SAM / \Delta \mu)^{-1} \cdot \Delta SAM$$

$$\approx (\partial SAM / \partial \mu)^{-1} \cdot \Delta SAM$$

【0073】ここに「 $\Delta SAM$ 」は、検出復元モーメントSAM0の補正誤差であり、この補正誤差 $\Delta SAM$ は例えば次の式(以下、補正誤差記述式という)で記述することができる。

$$\Delta SAM = C + D |\theta'|$$

ただし、

C : 定数 (例えば、0.7 [kgfm])

D : 定数 (例えば、1.5 [kgfm · sec/rad])

 $\theta'$  : 舵角速度 [rad/sec]

【0074】そして、本実施例においては、路面 $\mu$ の検出値の信頼性の程度を評価する概念として信頼度S ( $0 \leq S \leq 1$ )が導入されている。この信頼度Sは次の式(以下、信頼度定義式という)で定義されている。

$$S = A / \Delta \mu - B$$

ただし、

A : 定数 (例えば、0.125)

B : 定数 (例えば、0.25)

【0075】また、本実施例においては、検出コーナリングフォースCFが基準値に一致するときの補正復元モーメントSAM1から路面 $\mu$ を検出する規則として、一般的な規則と特別な規則との双方が用意され、択一的に使用可能とされている。ここに、「一般的な規則」とは、補正復元モーメントSAM1から求めた路面 $\mu$ の今回の暫定値 $\mu_i$ を過去の最終値 $\mu^*$ を用いて指数平滑化(平滑化処理の一例)することによって路面 $\mu$ の今回の最終値 $\mu^*_i$ を求める規則であり、一方、「特別な規則」とは、路面 $\mu$ の今回の暫定値 $\mu_i$ を用いることなく、前回の最終値 $\mu^*_{i-1}$ をそのまま今回の最終値 $\mu^*_i$ とする規則である。そして、本実施例においては、常には、一般的な規則に従って路面 $\mu$ の今回の最終値 $\mu^*_i$ が検出されるが、信頼度Sが十分に0に近い場合には、一般的な規則に従って路面 $\mu$ を検出すると検出精度が低下する可能性がある判断され、その一般的な規則に代えて特別な規則に従って路面 $\mu$ が検出されるようになっていく。



15

【0076】以上説明した路面 $\mu$ の検出は、図18にフローチャートで表されている路面 $\mu$ 検出ルーチンにより実行される。なお、このルーチンは本実施例において図9のS5に相当するステップの詳細を示している。

【0077】まず、S31において、既に算出された補正復元モーメントSAM1と検出コーナリングフォースCFとから、路面 $\mu$ の今回の暫定値 $\mu_i$ が決定される。

【0078】コンピュータのROMには、図19にグラフで表されている復元モーメントSAMと路面 $\mu$ との関係が予め記憶されている。すなわち、検出コーナリングフォースCFが基準値に一致するときの復元モーメントSAMが複数の路面 $\mu$ の各々に関連付けて記憶されているのである。記憶されている複数の復元モーメントSAMの値は例えば、前記の定常時復元モーメント記述式において、「CF」に検出コーナリングフォースCFの基準値、「 $\mu$ 」に複数の代表値（例えば、0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0）のそれぞれが代入されることによって算出される複数の定常時復元モーメントSAM\*とされる。

【0079】すなわち、本実施例においては、車両制御コンピュータ28の、検出コーナリングフォースCFが基準値に一致するときの定常時復元モーメントSAM\*を各路面 $\mu$ に関連付けて記憶する部分が、請求項4～6の各発明における記憶手段6の一態様を構成しているのである。

【0080】このS31においては、具体的に、まず、検出コーナリングフォースCFの今回値が基準値にほぼ一致するか否かが判定され、一致する場合には、上記関係に従い、補正復元モーメントSAM1に対応する路面 $\mu$ の値が今回の暫定値 $\mu_i$ に決定される。一方、検出コーナリングフォースCFの今回値が基準値に一致しない場合には、路面 $\mu$ の前の最終値（後述する） $\mu^*_{i-1}$ がそのまま路面 $\mu$ の今回の暫定値 $\mu_i$ に決定されるようになっている。検出コーナリングフォースCFが基準値に一致しない限り上記関係を利用することができないが、路面 $\mu$ は車両の走行に伴って急変することは少ないとの事実に基づき、常時暫定値 $\mu_i$ が決定されるようになっているのである。

【0081】なお、本実施例においては、路面 $\mu$ の暫定値 $\mu_i$ が離散値として算出されるようになっていたが、例えば、各々が発生する路面 $\mu$ が互いに異なる複数の定常時復元モーメントSAM\*を線形補間することによって路面 $\mu$ の暫定値 $\mu_i$ が連続値として決定されるようにしたり、例えば図20にグラフで示す如き、定常時復元モーメントSAM\*とコーナリングフォースCFと路面 $\mu$ との間に予め設定された関係をROMに予め記憶し、その関係に従って路面 $\mu$ の暫定値 $\mu_i$ を連続値として決定されるようにすることもできる。

【0082】なお、図20のグラフにおいて、復元モーメントSAMが十分に0に近い領域では、それ以外の領

16

域との間でグラフの特性が異なっている。これは、上記の路面 $\mu$ 検出技術では、復元モーメントSAMが0である車両直進状態では原理的に路面 $\mu$ を検出できないが、アンチロック制御等の車両制御においては、車両が直進状態にある場合でも路面 $\mu$ の検出値に基づく制御が行われる場合があるため、そのような場合を想定し、車両直進状態では標準的な路面 $\mu$ が仮想的に出力されるようにしたものである。

【0083】次に、S32において、検出復元モーメントSAM0の補正誤差 $\Delta$ SAMが前記の補正誤差記述式を用いることにより推定される。続いて、S33において、復元モーメント変化勾配G（ $= |\partial \text{SAM}^* / \partial \mu|$ ）が算出される。

【0084】この復元モーメント変化勾配Gは、前記のように、定常時復元モーメントSAM\*を路面 $\mu$ に関して微分した値であって、本実施例においては、前記の定常時復元モーメント記述式を路面 $\mu$ に関して偏微分した式（以下、偏微分式という）がROMに予め記憶されていて、この偏微分式に検出コーナリングフォースCFの基準値と路面 $\mu$ の前の最終値 $\mu^*_{i-1}$ とが代入されることによって復元モーメント変化勾配Gの今回値が算出されるようになっている。

【0085】さらに、S34において、路面 $\mu$ の検出誤差 $\Delta \mu$ が、上記算出された復元モーメント変化勾配Gの逆数と前記推定された補正誤差 $\Delta$ SAMとの積として推定される。その後、S35において、推定された検出誤差 $\Delta \mu$ を前記の信頼度定義式に代入することにより、路面 $\mu$ の今回の検出値（すなわち、今回の最終値 $\mu^*_i$ ）の信頼度Sが算出される。ただし、検出誤差 $\Delta \mu$ を信頼度定義式に代入した結果、その式の値が0より小さくなった場合には0、1より大きくなった場合には1にそれぞれ強制的に決定されるようになっている。信頼度Sの値が必ず0以上1以下となることが保証されているのである。

【0086】続いて、S36において、算出された信頼度Sの今回値が十分に0に近いかが判定される。今回の暫定値 $\mu_i$ を用い、かつ一般的な規則に従って今回の最終値 $\mu^*_i$ を算出すると路面 $\mu$ の検出精度が低下する可能性があるかが判定されるのである。今回は信頼度Sが十分には0に近くないと仮定すれば、S36の判定がNOとなり、S37において、後述の指数平滑型のフィルタの式で用いられるフィルタ定数Rが次の式 $R = S \cdot \Delta T / \text{Time}$ を用いることにより算出される。

【0087】ここに、「 $\Delta T$ 」は、本ルーチンの実行周期、すなわち路面 $\mu$ の検出周期であり（例えば、0.1 [sec]）、また、「Time」は、フィルタの平滑化度を時間で表したものであり（例えば、1.0 [sec]）、いずれも固定の定数である。その後、S38において、次の指数平滑型のフィルタの式

50

17

$\mu^*_i = (1-R) \mu^*_{i-1} + R \mu_{i-1}$   
を用いることにより、路面 $\mu$ の今回の暫定値 $\mu_{i-1}$ が前回の最終値 $\mu^*_i$ により平滑化されて今回の最終値 $\mu^*_i$ が算出される。以上で本ルーチンの一回の実行が終了する。

【0088】これに対し、今回は信頼度 $S$ が十分に0に近いと仮定すれば、S36の判定がYESとなり、S37および38に代えてS39が実行され、このステップにおいて、路面 $\mu$ の前回の最終値 $\mu^*_{i-1}$ がそのまま今回の最終値 $\mu^*_i$ とされ、これにより、一般的な規則を使用することによる検出精度の低下が抑制される。

【0089】すなわち、本実施例においては、信頼度 $S$ の値が十分に0に近いと判定されることが、請求項6の発明における「路面摩擦係数検出手段が一般的な規則に従って今回の検出を行うとその検出精度が設定値以下に低下する可能性がある」と推定されることに対応しているのである。

【0090】以上の説明から明らかなように、本実施例においては、操舵トルクセンサ36、圧力センサ38および40が、車両制御コンピュータ28の、図17の複数のステップのうちS12~17を除くものおよび図9のS2を実行する部分と共同して、請求項1~6の各発明における「復元モーメント検出手段1」の一態様を構成し、横加速度センサ42およびヨーレートセンサ32が車両制御コンピュータ28の、図9のS2および4を実行する部分と共同して、請求項1~6の各発明における「コーナリングフォース検出手段2」の一態様を構成し、車両制御コンピュータ28の、図18の複数のステップのうちS32~36を除くものを実行する部分が、請求項1の発明における「路面摩擦係数検出手段3」の一態様を構成しているのである。さらに、車両制御コンピュータ28の、図17のS12~17を実行する部分が、請求項2~6の各発明におけるヒステリシス抑制手段4としての検出値補正手段5の一態様を構成し、車両制御コンピュータ28の、図19の関係を記憶する部分が請求項4~6の各発明における記憶手段6の一態様を構成し、車両制御コンピュータ28の、図18のS32~35を実行する部分が請求項5および6の各発明における検出精度推定手段7の一態様を構成し、車両制御コンピュータ28の、図18のS36を実行する部分が請求項6の発明における検出規則制御手段8の一態様を構成しているのである。

【0091】以上、本発明のいくつかの実施例を図面に基いて詳細に説明したが、これらの他にも特許請求の範囲を逸脱することなく、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した態様で本発明を実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1の発明の構成を概念的に示す図である。

【図2】請求項2の発明の構成を概念的に示す図である。

【図3】請求項3の発明の構成を概念的に示す図である。

【図4】請求項4の発明の構成を概念的に示す図である。

【図5】請求項5の発明の構成を概念的に示す図である。

【図6】請求項6の発明の構成を概念的に示す図である。

【図7】請求項1の発明の一実施例である路面摩擦係数検出装置を含む車両制御装置における機械的な構成を示す平面図である。

【図8】その車両制御装置における電氣的な構成を示すシステム図である。

【図9】図8における車両制御コンピュータのROMに記憶されている車両制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図10】その車両制御ルーチンにおいて後輪舵角の目標値を決定するのに用いられるゲイン $K_F$ 、 $K_B$ と車速 $V$ との関係を説明するためのグラフである。

【図11】上記車両制御ルーチンにおいて後輪舵角の目標値を決定するのに用いられるゲイン $K_F$ 、 $K_B$ と路面 $\mu$ との関係を説明するためのグラフである。

【図12】復元モーメントSAMとコーナリングフォースCFとの関係を説明するためのグラフである。

【図13】車輪スリップ角とコーナリングフォースとの関係を説明するためのグラフである。

【図14】復元モーメントSAMとコーナリングフォースCFとの間にヒステリシスが発生する様子を高 $\mu$ 路と低 $\mu$ 路とについてそれぞれ概念的に説明するためのグラフである。

【図15】請求項1~6に共通の一実施例である路面摩擦係数検出装置における検出復元モーメントSAM0と検出コーナリングフォースCFとの関係を高 $\mu$ 路と低 $\mu$ 路とについてそれぞれ示すグラフである。

【図16】その実施例における補正復元モーメントSAM1と検出コーナリングフォースCFとの関係を高 $\mu$ 路と低 $\mu$ 路とについてそれぞれ示すグラフである。

【図17】その実施例における車両制御コンピュータのROMに記憶されている復元モーメント算出ルーチンを示すフローチャートである。

【図18】その実施例における車両制御コンピュータのROMに記憶されている路面 $\mu$ 検出ルーチンを示すフローチャートである。

【図19】その実施例における車両制御コンピュータのROMに記憶されている復元モーメントSAMと路面 $\mu$ との関係を示すグラフである。

【図20】請求項1~6に共通の別の実施例である路面摩擦係数検出装置において路面 $\mu$ 検出のために使用され

る復元モーメントSAMとコーナリングフォースCFと路面 $\mu$ との間の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

1 0 左右前輪

1 2 左右後輪

2 0 ステアリングホイール

2 2 パワーシリンダ

2 8 車両制御コンピュータ

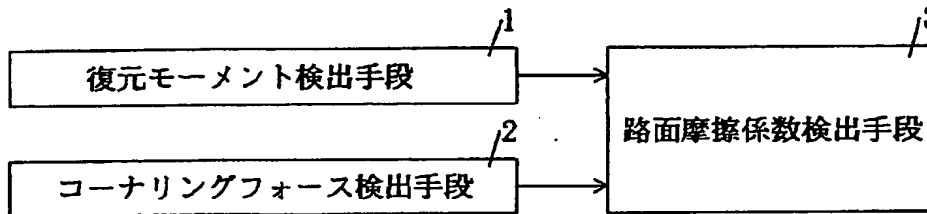
3 2 ヨーレートセンサ

2 6 操舵トルクセンサ

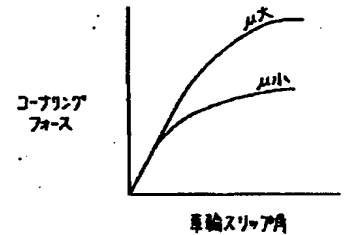
3 8, 4 0 圧力センサ

4 2 横加速度センサ

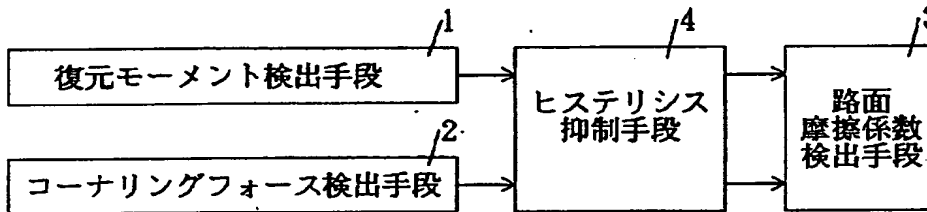
【図 1】



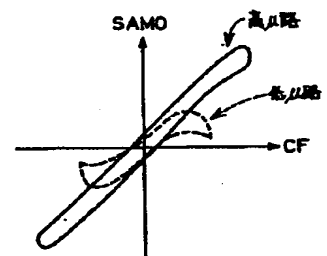
【図 1 3】



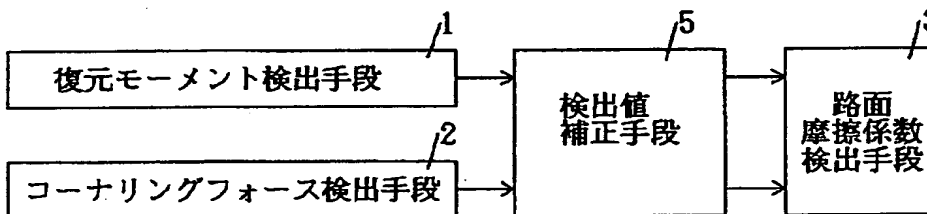
【図 2】



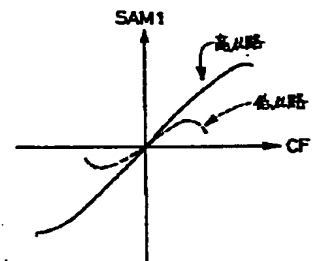
【図 1 5】



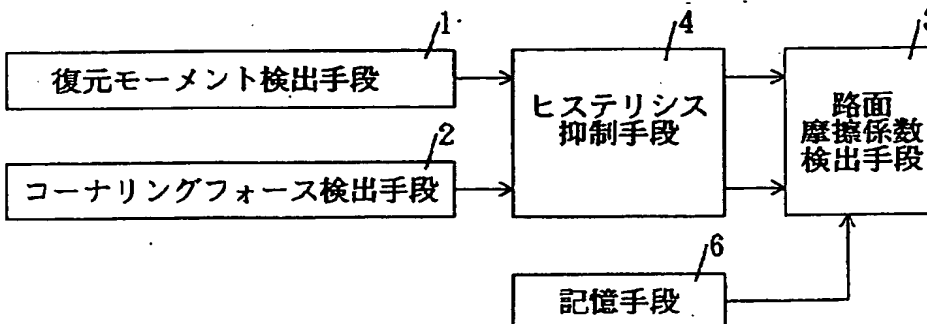
【図 3】



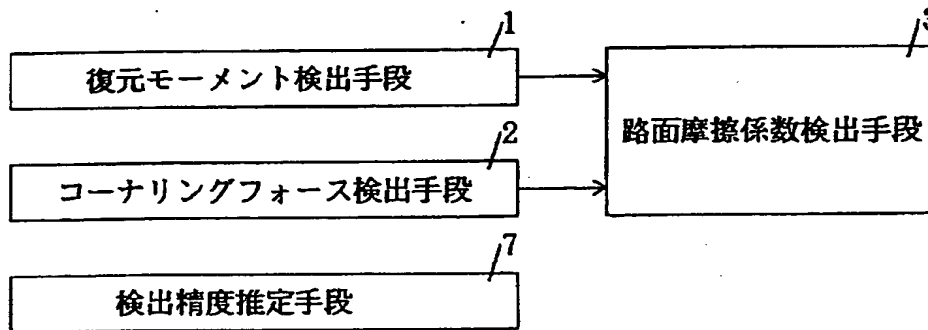
【図 1 6】



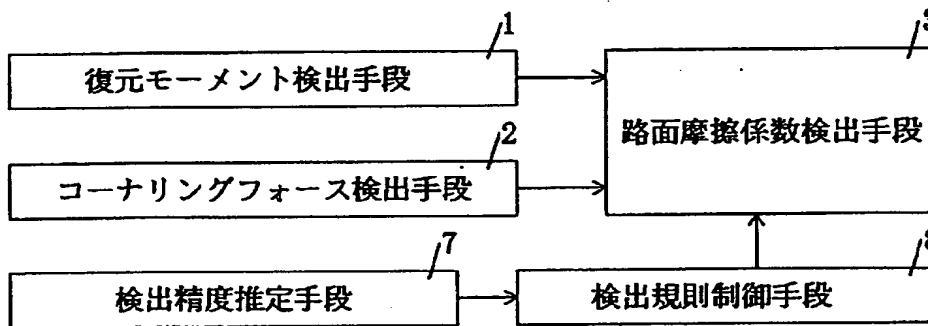
【図 4】



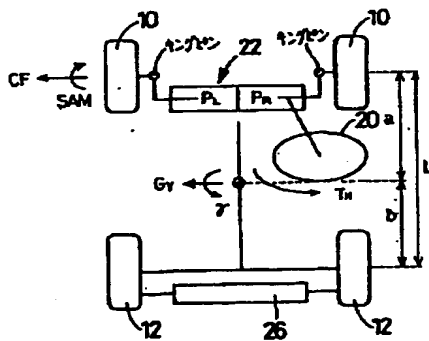
【図5】



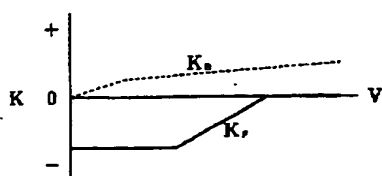
【図6】



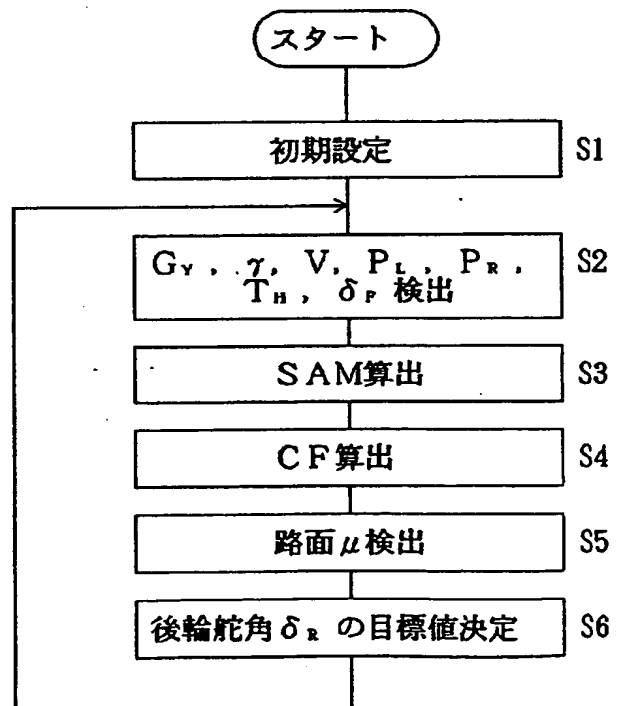
【図7】



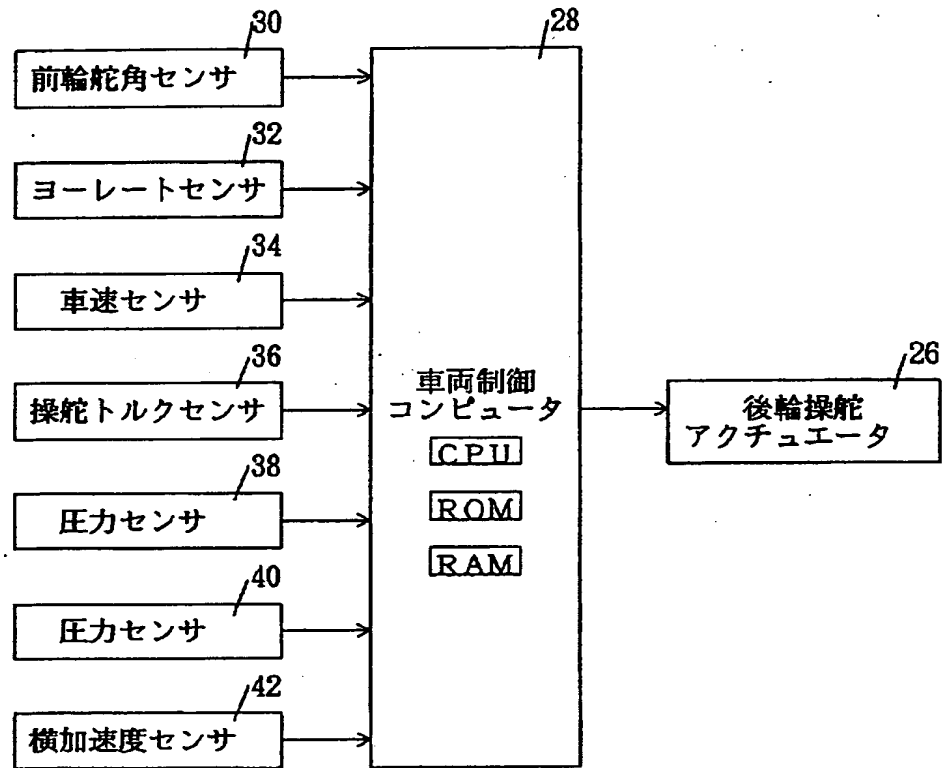
【図10】



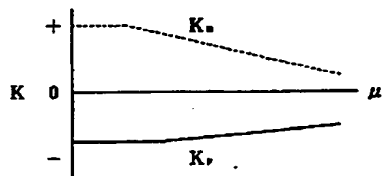
【図9】



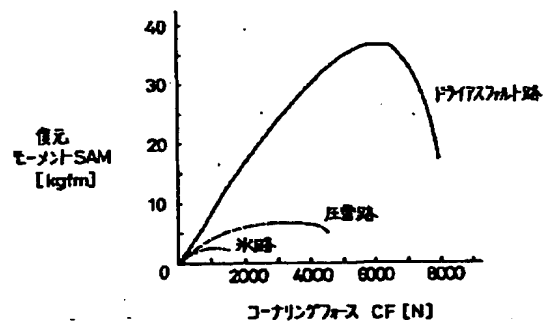
【図8】



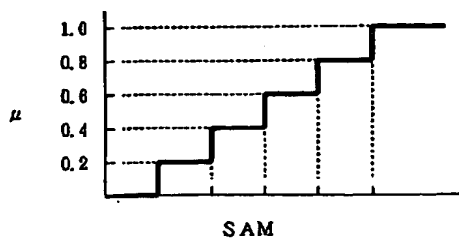
【図11】



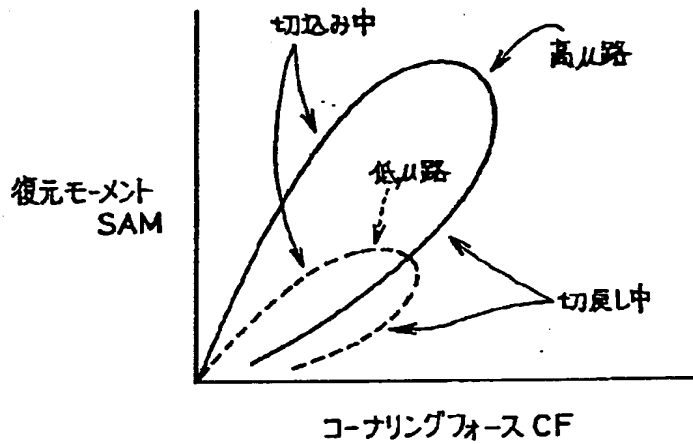
【図12】



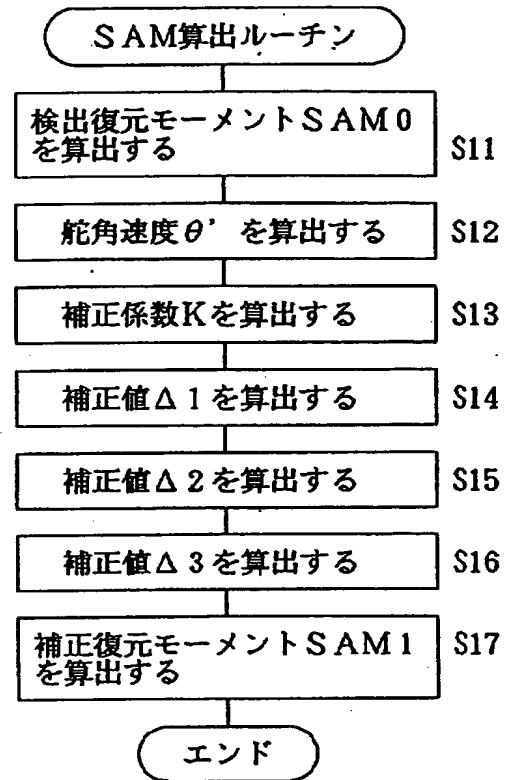
【図19】



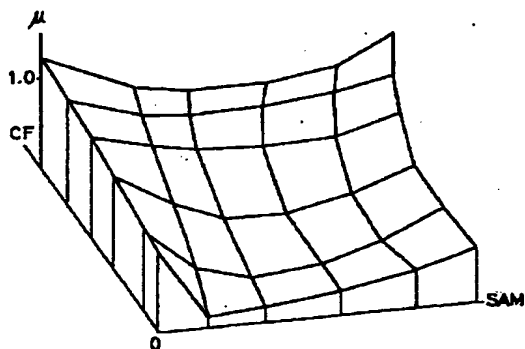
【図14】



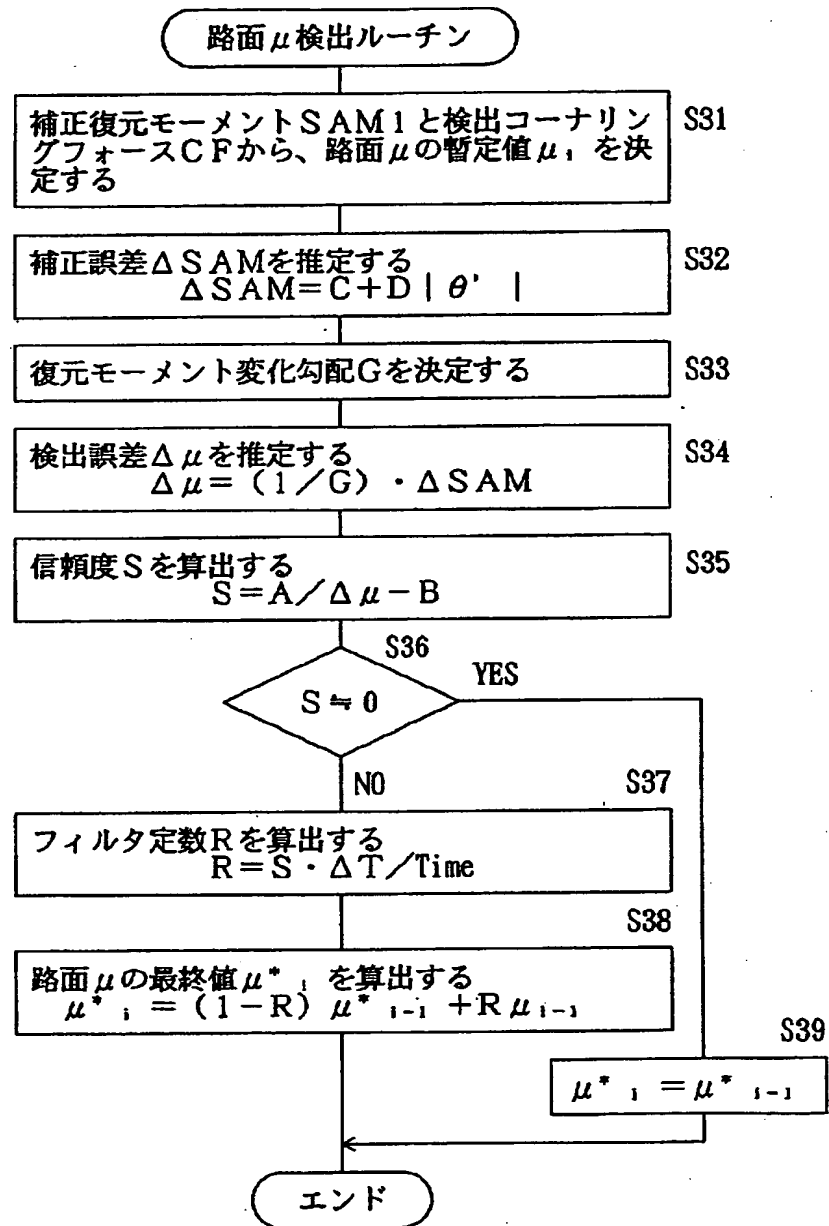
【図17】



【図20】



【図18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

B 6 2 D 119:00

123:00

137:00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所